

15. Кондратьев Ю.Н. Базы данных: учебное пособие для студентов инженерных специальностей. / Ю. Н. Кондратьев, А.В. Питухин. – Петрозаводск : ПетрГУ, 2010. (4,32 МБ). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://elibrary.karelia.ru/>. Раздел техники.
16. Кондратьев Ю.Н. Опыт работы с дистанционными учебно-методическими комплексами. Методология и методика эффективного использования информационных и коммуникационных технологий в образовании / Ю.Н. Кондратьев // мат. Межд. научно-практ. Интернет конференции, 15 сент – 15 дек. 2009 г. / ГОУ ВПО «Инст-т развития регион. образования Свердловской области», ГОУ ВПО УГТУ–УПИ. – Екатеринбург. 2009. – С. 172–175.
17. Кондратьев Ю.Н. Система автоматизированного проектирования AutoCAD-2.6: метод. указания в примерах. / Ю.Н. Кондратьев, А.В. Питухин. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 1994. – 114 с.

**Крекнин А.А.**

**ПРОВЕДЕНИЕ ЗАНЯТИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ  
АУДИТОРИИ**

*creanatp@gmail.com*

**ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина»**

**г. Екатеринбург**

*Предлагается методика проведения занятий по тематике кафедры при отсутствии доступа каждого студента к персональному компьютеру, но при наличии его и проекционной аппаратуры у преподавателя.*

*The technique of carrying out of a practical training on subjects of chair in the absence of access of each student to the personal computer, but in the presence of its and projective equipment at the teacher is offered.*

При наличии технических средств в аудитории – компьютер, проектор, пульт дистанционного управления, камера текстового сопровождения, экран – можно следующим образом проводить практические занятия и лекции. Практическое занятие начинается с постановки задачи, затем следует поэтапное её решение под контролем преподавателя и фиксируются результаты работы наиболее активных студентов. Задача доводится до ответа с анализом полученных результатов. Если примеров на данную тему на лекциях не было, то решение так же поэтапно проводит преподаватель. В задачах, связанных с движением, при наличии видеоматериалов на кафедре желательно продемонстрировать это движение. В качестве примера ниже приводится практическое занятие в специализированной аудитории кафедры теоретической механики по теме «Плоско-параллельное движение твёрдого тела», разработанное авто-

ром. Используются средства Microsoft Office PowerPoint 2003. На первых двух слайдах выводится информация о теме практического занятия, источник, из которого будут решаться задачи, номера этих задач и тема следующего практического занятия (рис. 1, 2).

На следующем по порядку слайде (Рис.3) выводится текст задачи, если источник недоступен студентам, и заданный рисунок. Решение задач проходит по рекомендованным планам, которые могут отличаться в зависимости от раздела дисциплины. Предлагается выбрать модель решения задачи и провести анализ движения механизма и (или) выявить действующие активные силы, указать тип связей и при необходимости заменить их реакциями. Далее преподаватель наблюдает ход решения студентами и при выполнении этапа тремя-четырьмя студентами воспроизводит слайд с рациональным решением этапа, на котором ставится задача для осуществления следующего этапа решения задачи (рис. 4).

Таким образом, решается задача до конца (рис. 5–9). На кафедре есть возможность продемонстрировать движение, поэтому автор предлагает посмотреть движение механизма, а в процессе демонстрации комментирует происходящее.

<p style="text-align: center;"><b>ПЛОСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТЕЛА</b></p> <p style="text-align: center;">Практическое занятие №3</p>	<p style="text-align: center;">Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике</p> <p>Номера задач: 13(18.11), 14(18.18), 15(18.26), 16(18.13), 17(18.16), 18(18.25) Тема следующего практического занятия №4</p> <p style="text-align: right;">Сложное движение точки ПМ Плоское движение-практика 2</p>
--	--

Рис. 1

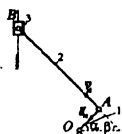
Рис. 2

<p>13(18.11)</p> <p>Кривошип <math>OA</math> длины 20 см вращается равномерно с угловой скоростью <math>\omega_0 = 10 \text{ рад/с}</math> и приводит в движение шатун <math>AB</math> длины 100 см. Ползун <math>B</math> движется по вертикали. Найти угловую скорость и угловое ускорение шатуна, а также ускорение ползуна <math>B</math> в момент, когда кривошип и шатун взаимно перпендикулярны и образуют с горизонтальной осью углы <math>\alpha = 45^\circ</math> и <math>\beta = 45^\circ</math>.</p> <p style="text-align: center;">ПМ Плоское движение-практика 3</p>	<p style="text-align: center;">Решение.</p> <p>Для удобства обозначим: кривошип <math>OA</math> – 1, шатун <math>AB</math> – 2, ползун <math>B</math> – 3, <math>OA = r</math>, <math>AB = l</math>.</p> <p>Анализ движения звеньев механизма: кривошип 1 – совершает вращение вокруг оси <math>O</math>, ползун 3 – поступательное, шатун 2 – плоское.</p> <p style="text-align: center;"><b>Определить и изобразить скорость и ускорение точки <math>A</math> кривошипа.</b></p> <p style="text-align: right;">ПМ Плоское движение-практика 4</p>
--	---

Рис. 3

Рис. 4

Кривошип 1 вращается равномерно, касательное ускорение точки А равно нулю.



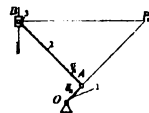
Скорость  $v_A = \omega_1 r = 10 \cdot 0.2 = 2$  м/с,  
ускорение  $a_A = \alpha^2 r = 10^2 \cdot 0.2 = 20$  м/с<sup>2</sup>.

**Определить положение МЦС шатуна 1.**

ГМ Плоское движение-кривошип

Рис. 5

Направление скорости точки В шатуна 2 известно, поэтому следует восстановить перпендикуляр к направлению скорости точек А и В.



**Определить скорость точки В и угловую скорость шатуна.**

ГМ Плоское движение-кривошип

Рис. 6

Треугольник  $ABP_V$  – равнобедренный и прямоугольный.

Следовательно  $AP_V = AB$ ,  $BP_V = AB \sqrt{2}$ .

$\omega_2 = V_B / AP_V = 2 / 1 = 2$  рад/с.

$V_B = \omega_2 \cdot BP_V = 2 \cdot \sqrt{2} = 2.83$  м/с.

**Определить ускорение точки В и угловое ускорение шатуна.**

ГМ Плоское движение-кривошип

Рис. 7

Теорема об ускорениях точек плоской фигуры:  $a_B = a_A + a_{BA}^n + a_{BA}^t$ .

$a_A$  – известен по модулю и направлению;

$a_{BA}^n$  – известен по модулю ( $a_{BA}^n = \omega_2^2 \cdot BA$ ) и направлению;

Направление векторов  $a_B$ ,  $a_{BA}^t$  – известны.

**Выбрать оси и определить искомые величины.**

ГМ Плоское движение-кривошип

Рис. 8

$$x: 0 = -a_A \cos \alpha + a_{BA}^n \cos \beta - a_{BA}^t \sin \beta. \quad (1)$$

$$y: a_B \sin \beta = a_{BA}^t \quad (2)$$

Решая уравнения (1) и (2):

$$(2) \Rightarrow a_B = \frac{a_{BA}^t}{\sin \beta} = \frac{\omega_2^2 \cdot BA \cdot 2^2}{\sin \beta} = \frac{4 \cdot 2^2}{\sin 60^\circ} = 4\sqrt{2} \approx 5.66 \text{ м/с}^2.$$

$$(1) \Rightarrow a_{BA}^t = \frac{a_{BA}^n \cos \beta - a_A \cos \alpha}{\sin \beta} = \frac{4 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 2 - 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = -16 \text{ м/с}^2.$$

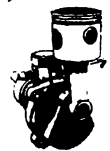
$$a_B = \frac{a_{BA}^t}{\sin \beta} = \frac{-16}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = -16 \text{ рад/с}^2. \quad \omega_2 = 2 \text{ рад/с}, \quad v_2 = 16 \text{ рад/с}^2.$$

ГМ Плоское движение-кривошип

Рис. 9

### Посмотрите

Движение подобного кривошипно-ползунного механизма.



ГМ Плоское движение-кривошип

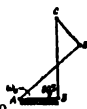
Рис. 10

После фиксации ответа и анализа полученного результата ставится условие следующей задачи и её решение по аналогии с вышеуказанным (рис. 11–16). Скорость решения задач зависит от среднего уровня подготовленности студентов и необходимости решить определённое количество задач в аудитории по данной теме. Хорошо подготовленные студенты имеют возможность решить все задачи темы, а слабо подготовленные – получить рекомендации в решении подобных задач и отследить свои заблуждения и проблемы в знаниях.

14 (18.18)

Антипараллелограмм состоит из двух кривошипов  $AB$  и  $CD$  одинаковой длины 40 см и шарнирно соединенного с ними стержня  $BC$  длины 20 см. Расстояние между неподвижными осями  $A$  и  $D$  равно 20 см. Кривошип  $AB$  вращается с постоянной угловой скоростью  $\omega_0$ . Определить угловую скорость и угловое ускорение стержня  $BC$  в момент, когда угол  $ADC$  равен  $90^\circ$ .

ГММ Плановый механизм-прототип



Решение.

Для удобства обозначим:  $AB - 1, BC - 2, CD - 3, BA = CD = l$ .

Анализ движения звеньев механизма:

Стержни 1, 3 - совершают вращательное движение. Стержень 2 - плоское.

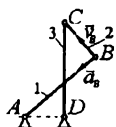
Определить и изобразить скорость и ускорение точки  $B$ .

ГММ Плановый механизм-прототип

Рис. 11

Рис. 12

Скорость и ускорение точки  $B$  равномерно вращающегося стержня 1 определим по формулам:  $v_B = \omega_0 l, a_B = a''_B = \omega_0^2 l$ .

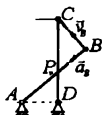


Определите положение МЦС стержня 2.

ГММ Плановый механизм-прототип

13

Скорость точки  $C$  - перпендикулярна к  $DC$ , поэтому МЦС находится на пересечении стержней 1 и 3.



Определите угловую скорость стержня 2.

ГММ Плановый механизм-прототип

Рис. 13

Рис. 14

$\Delta AP_1D = \Delta BCP_1$   
по двум углам и стороне между ними.  
Обозначим  $P_1B = x$ , тогда  $P_1A = l - x$   
По теореме Пифагора:

$$(l - x)^2 = x^2 + (l/2)^2.$$

После несложного преобразования:

$$x = 3l/8.$$

$$\omega_2 = v_B/x = 8\omega_0/3.$$

Определите угловое ускорение стержня 2.

ГММ Плановый механизм-прототип

15

По теореме об ускорениях точек плоской фигуры:  $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}''_{CB} + \vec{a}^n_{CB}$ . (1)

$$\vec{a}_C = \vec{a}''_C + \vec{a}^n_C, a''_C = v_C^2/l =$$

$$= (\omega_0 5l/8)^2/l = 25\omega_0^2 l/9, \cos \alpha = 0.8.$$

$$a''_{CB} = \omega_2^2 l/2, a^*_{CB} = \epsilon_2 l/2.$$

$$y' \quad a''_C = a_B \sin \alpha + a''_{CB} \cos \alpha + a^*_{CB} \sin \alpha.$$

$$v_2 = \frac{a^*_{CB}}{CB} = \frac{a''_C - a_B \sin \alpha - a''_{CB} \cos \alpha}{CB \cdot \sin \alpha} = -\frac{20}{9} \omega_0^2.$$

Ответ:  $\omega_2 = 8\omega_0/3, v_2 = 20\omega_0^2/9$ .

ГММ Плановый механизм-прототип

16

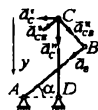


Рис. 15

Рис. 16

Обычно за одно занятие в зависимости от сложности темы студенты решают от двух до четырёх задач. Как правило, времени для решения оставшихся задач дома хватает большинству студентов. Наличие текстовой камеры позволяет в любой момент переключиться на уточнение деталей и подробностей в ручном режиме. В рассмотренном примере было решено три задачи (рис. 17–22).



15 (18,26)

Груз 1, свитый поперечником перистаяжной нити с катушкой 2, опускается вертикально вниз по закону  $x = t^2$  м. При этом катушка 2 катится без скольжения по неподвижному горизонтальному рельсу. Определить ускорения точек  $A$ ,  $B$  и  $D$ , лежащих на ободу катушки, ее угловую скорость и угловое ускорение в момент времени  $t = 0,5$  с в положении, указанном на рисунке.  $AD \perp OB$ ,  $OD = 2OC = 0,2$  м.

**Проведите анализ движения звеньев механизма.**

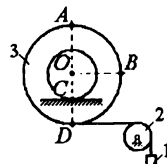
ГМ Плоское движение-прямое

17



Анализ движения звеньев механизма:

Груз 1 – поступательное (можно принять за точку), блок 2 – вращательное, каток 3 – плоское.



**Определить и изобразить скорости всех точек.**

ГМ Плоское движение-прямое

18

Рис. 17

Рис. 18

Скорость груза 1:  $v_1 = x' = 2t$ .

$v_{1|t=0,5} = 1$  м/с,  $v_D = v_1 = 1$  м/с.

$C$  – МЦС.

$\omega_3 = v_D / DC = 1/0,1 = 10$  рад/с.

$v_O = \omega_3 \cdot CO = 10 \cdot 0,1 = 1$  м/с.

$v_A = \omega_3 \cdot AO = 10 \cdot 0,3 = 3$  м/с.

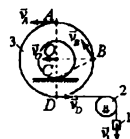
$v_B = \omega_3 \cdot BO = 10 \cdot 0,1 \sqrt{5} =$

$= 2,24$  м/с.

**Вычислите ускорение точки  $O$  и угловое ускорение катки 3.**

ГМ Плоское движение-прямое

19

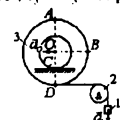


Так как  $OC = CD$ ,  $OC = \text{const}$ :

$v_O = v_D = 2t$ ,  $\omega_3 = v_O / OC = 2t/0,1 = 20t$ .

Траектория точки  $O$  – прямая, поэтому

$a_O = x'' = 2$  м/с<sup>2</sup>,  $\epsilon_3 = \omega_3' = 20$  рад/с<sup>2</sup>.



**Записать формулы для определения ускорений точек  $A$ ,  $B$ ,  $D$ .**

ГМ Плоское движение-прямое

20

Рис. 19

Рис. 20

В заключение занятия был продемонстрирован ещё один видеоролик, иллюстрирующий движение, подобное в решённой задаче (рис. 23).

Ускорение точки / в плоском движении:

$$\vec{a}_I = \vec{a}_O + \vec{a}_{IO}^n + \vec{a}_{IO}^t.$$

$$a_I = \sqrt{a_{IO}^n{}^2 + a_{IO}^t{}^2}$$

$$x: a_{Ix} = -a_{IO}^n \cos \alpha - a_{IO}^t \sin \alpha$$

$$y: a_{Iy} = -a_{IO}^n \sin \alpha + a_{IO}^t \cos \alpha$$

$$x: a_{Bx} = a_{BO}^n \cos \alpha - a_{BO}^t \sin \alpha$$

$$y: a_{By} = a_{BO}^n \sin \alpha + a_{BO}^t \cos \alpha$$

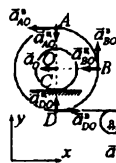
$$x: a_{Dx} = a_{DO}^n \cos \alpha - a_{DO}^t \sin \alpha$$

$$y: a_{Dy} = a_{DO}^n \sin \alpha + a_{DO}^t \cos \alpha$$

**Вычислите ускорения точек  $A$ ,  $B$ ,  $D$ .**

ГМ Плоское движение-прямое

21



$$a_{Ax} = -20 \cdot 0,2 - 2 = -6 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{Ay} = -10^2 \cdot 0,2 = -20 \text{ м/с}^2, a_A = \sqrt{(-6)^2 + (-20)^2} = 20,9 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{Bx} = -10^2 \cdot 0,2 - 2 = -22 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{By} = 20 \cdot 0,2 = 4 \text{ м/с}^2, a_B = \sqrt{(-22)^2 + 4^2} = 22,4 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{Dx} = 20 \cdot 0,2 - 2 = 2 \text{ м/с}^2.$$

$$a_{Dy} = 10^2 \cdot 0,2 = 20 \text{ м/с}^2, a_D = \sqrt{2^2 + 20^2} = 20,1 \text{ м/с}^2.$$

Ответ:  $a_A = 20,9$  м/с<sup>2</sup>,  $a_B = 22,4$  м/с<sup>2</sup>.

$a_D = 20,1$  м/с<sup>2</sup>,  $\omega_3 = 10$  рад/с,  $\epsilon_3 = 20$  рад/с<sup>2</sup>.

ГМ Плоское движение-прямое

22

Рис. 21

Рис. 22



Рис. 23

В среднем на одну задачу создаётся 6–8 слайдов, на одно практическое занятие от 24 до 40. Трудоемкость достаточно большая, но созданная база позволяет со временем упростить эту работу, компоновать наборы задач для различных направлений и уровня подготовки обучаемых. Особенно на результат восприятия сложных вопросов влияет наличие видеофрагментов и рядов.

Ниже приводятся фрагменты лекции по теме «Сферическое и свободное движение тела», разработанные автором. На первых двух слайдах выводится информация о теме лекции и краткое содержание (рис. 24, 25).

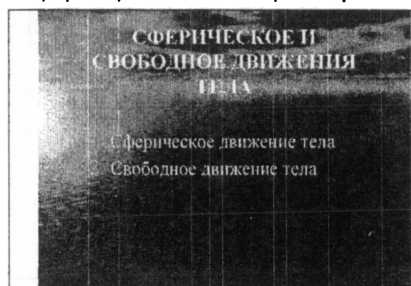


Рис. 24

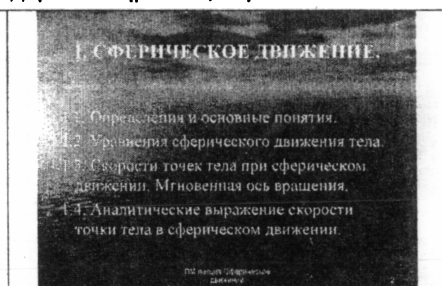


Рис. 25

Пульт дистанционного управления позволяет перемещаться по аудитории и отслеживать доступность темпа принятого лектором. Одновременно лектор может давать советы по ведению конспекта слушателями, т.к., к сожалению, проблеме конспектирования живой речи преподавателя нигде практически не учат. По наблюдению автора студенты стараются записать каждое слово вплоть до каждой буквы или ограничиваются только тем, что воспроизводится лектором на доске. На следующих по порядку слайдах излагается материал лекции и, в качестве иллюстрации демонстрируются видеосюжеты (рис. 26).

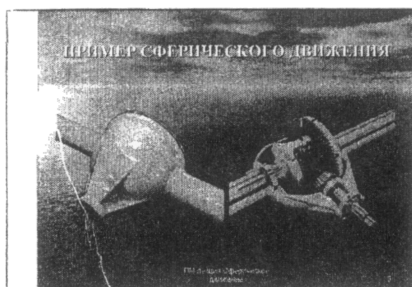


Рис. 26

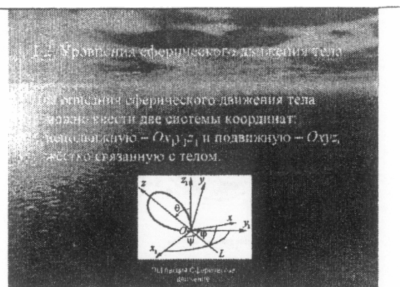


Рис. 27

В следующих слайдах излагается один из способов задания движения тела с одной неподвижной точкой (рис. 27–30). Далее преподаватель знакомит студентов с формулами, которые позволяют определять скорости и ускорения точек тела (рис. 31–35). Рассмотрев сферическое движение тела, лектор переходит к изучению движения свободного тела (рис. 37–38), демонстрирует такое движение (рис. 38), а в процессе демонстрации комментирует происходящее.

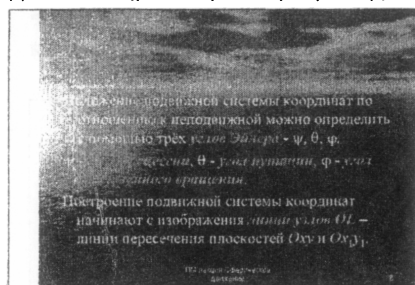


Рис. 28

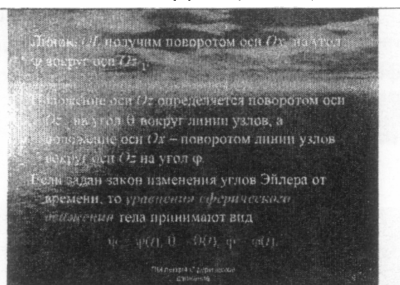


Рис. 29

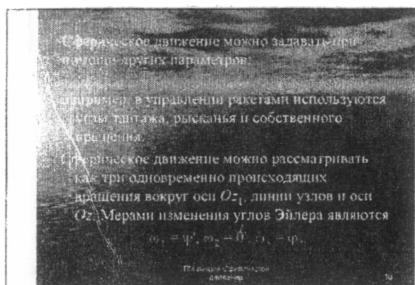


Рис. 30

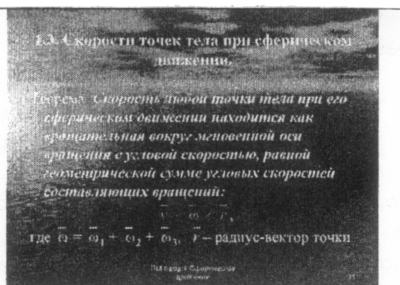


Рис. 31

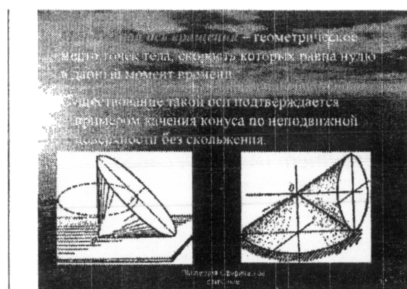


Рис. 32

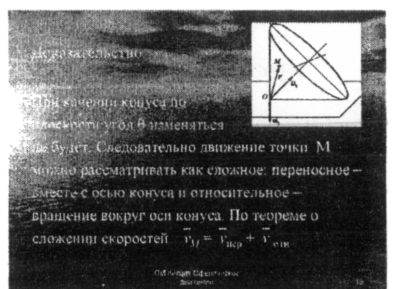


Рис. 33

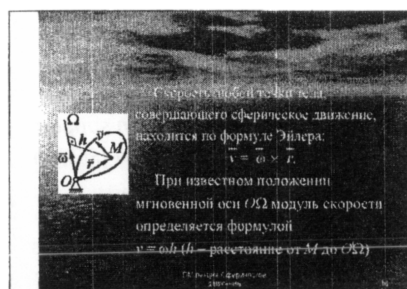


Рис. 34

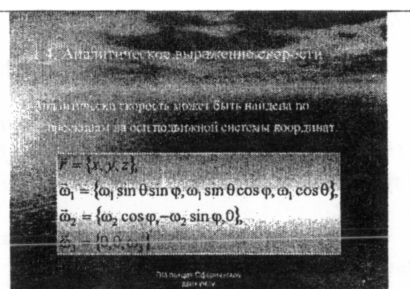


Рис. 35

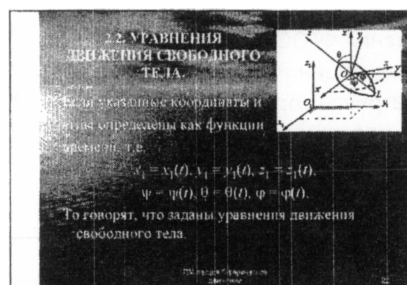


Рис. 36



Рис. 37

Наличие текстовой камеры позволяет в любой момент переключиться на уточнение деталей и подробностей в ручном режиме. В среднем на одну лекцию создаётся 28–32 слайда, при наличии достаточного материала на эту работу уходит от 8 до 16 астрономических часов. Трудоемкость достаточно большая, но созданная база позволяет со временем упростить эту работу, компоновать наборы слайдов для различных направлений и специализаций. Наличие видеофрагментов и рядов существенно влияет на результат восприятия сложных вопросов.